



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 3
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 3]

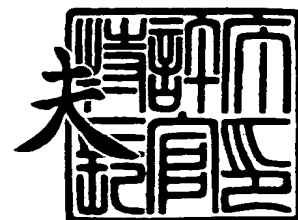
出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 3 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 2 0 3 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0096899

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 坂田 秀文

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1



【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 乃至第 4 照明光をそれぞれ発生する第 1 乃至第 4 固体光源を有する光源装置と、

前記第 1 乃至第 4 照明光をそれぞれ変調する空間光変調手段と、

前記光源装置の動作を制御することにより、前記第 1 及び第 2 照明光を前記空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させるとともに、前記第 3 及び第 4 照明光を前記第 1 及び第 2 照明光との重複を回避するように前記空間光変調手段に個別に入射させる制御装置と

を備える表示装置。

【請求項 2】 前記空間光変調手段は、前記第 1 及び第 2 照明光に対応する第 1 空間光変調装置と、前記第 3 照明光に対応する第 2 空間光変調装置と、前記第 4 照明光に対応する第 3 空間光変調装置とを備え、

前記制御装置は、前記第 3 及び第 4 照明光を前記第 2 及び第 3 空間光変調装置にそれぞれ入射させることと並行して、前記第 1 及び第 2 照明光を前記第 1 空間光変調装置の同一照明領域に時系列的に入射させることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 照明光は、互いにピーク波長が近似するとともに、前記第 3 及び第 4 照明光は、前記第 1 及び第 2 照明光のピーク波長から離れたピーク波長をそれぞれ有することを特徴とする請求項 2 記載の表示装置。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 照明光が入射した場合に、当該第 1 及び第 2 照明光を合波して前記空間光変調手段に入射させる合波手段と、前記第 1 及び第 2 照明光のうち一方の照明光を所定方向の直線偏光に変換して合波手段に入射させる偏光変換手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項記載の表示装置。

【請求項 5】 前記合波手段が、光の透過及び反射を利用する光合分岐素子であり、前記一方の照明光のピーク波長は、前記所定方向の直線偏光に関する前記光合分岐素子の第 1 エッジ波長と、前記所定方向に対して直交方向の直線偏光

に関する前記光合分岐素子の第2エッジ波長との間の較差発生領域に設定されていることを特徴とする請求項4記載の表示装置。

【請求項6】 前記空間光変調手段は、前記第1乃至第4照明光が全て入射する単一の空間光変調装置を備え、

前記制御装置は、前記第1乃至第4照明光を前記単一の空間光変調装置の同一照明領域に時分割で入射させることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項7】 1フレーム中における前記第1及び第2照明光による総和の照明時間は、前記第3及び第4照明光による各照明時間と等しく、前記第1及び第2照明光の強度は、前記第3及び第4照明光の強度よりも相対的に大きいことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項記載の表示装置。

【請求項8】 前記制御装置は、前記第1及び第2照明光を、画像の色調若しくは白色レベルに対応する所定の強度比で前記空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項記載の表示装置。

【請求項9】 前記制御装置は、前記第1及び第2照明光を、フレーム時間を2分割した照明時間で、かつ、前記第3及び第4照明光の強度の2倍の強度で、前記空間光変調手段にそれぞれ入射させることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項記載の表示装置。

【請求項10】 前記制御装置は、前記第1及び第2照明光を、画像の色調若しくは白色レベルに対応する所定の時間比で前記空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項記載の表示装置。

【請求項11】 請求項1から請求項10のいずれか一項記載の表示装置と、
前記空間光変調手段の像を投射する投影光学系とを備えるプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空間光変調装置を用いてカラー画像を表示するプロジェクタおよび表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

LEDの2次元アレイをバックライトとして用いてLCDの各画素を照明するフラットパネルディスプレイ（以下、FPD）が知られている（非特許文献1参照）。このようなFPDでは、1フレームを一对のサブフレームに分割し、これらサブフレームのそれぞれに近似する2色G1、G2の表示を割り当てるとともに、それぞれに色R、Bの表示も割り当てる。これにより、第1サブフレームで色R、G1の画像を表示し、第2サブフレームで色G2、Bの画像を表示することになり、結果的に4色で画像を表現することができるので、色再現範囲を拡大することができる。

【0003】

【非特許文献1】

I. Hi yama et al., LN-3:" Four-Primary Color 15-in. XGA TFT-LCD with Wide Color Gamut", EURODISPLAY2002, P 827-830

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のFPDでは、同時に2色の照明及び表示を行うので、カラーフィルタの使用が不可欠であり、LCDすなわち画像表示部分の構造が複雑になるとともに、フィルタでの光量損失が発生する。

【0004】

また、上記のFPDでは、1フレームを一对のサブフレームに分割するので、倍速でLCD等を駆動する必要があるが、各色に対応する制御信号の生成が極めて複雑なものとなる。しかも、4色に対応する4つのLEDのうち2つのLEDのみを発光させるので、結果的にLEDの休止時間が多くLEDが有効に活用されていない。なお、適当なフィルタの採用によって4色に対応する4つのLED素子を同時に点灯することも考えられるが、表示画像によっては分割した両色G1

、G2の輝度差が極めて大きくなる場合があるので、色G1、G2の点灯を切替える際に、隣接するR色又はG色の画素の輝度がサブフレームの切替えの影響で不安定に変動する可能性がある。

【0005】

そこで、本発明は、簡易な制御で輝度を低下させることなく色再現範囲を拡大することができる表示装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明に係る表示装置は、第1乃至第4照明光をそれぞれ発生する第1乃至第4固体光源を有する光源装置と、第1乃至第4照明光をそれぞれ変調する空間光変調手段と、光源装置の動作を制御することにより、第1及び第2照明光を空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させるとともに、第3及び第4照明光を第1及び第2照明光との重複を回避するように空間光変調手段に個別に入射させる制御装置とを備える。ここで、「固体光源」とは、LED、EL素子、LD等を含む概念である。また、「第1及び第2照明光との重複を回避する」とは、第3及び第4照明光が第1及び第2照明光との関係で時間的又は空間的に異なる状態でそれぞれ照射されることを意味する。換言するならば、異なる照明光によって同一箇所が同時に照明されることを回避していることになる。

【0007】

上記表示装置では、制御手段が第1及び第2照明光を空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させるとともに、第3及び第4照明光を第1及び第2照明光との重複を回避するように空間光変調手段に個別に入射させるので、フィルタを用いることなく空間光変調手段を構成することができ、フィルタでの光量損失の発生を防止することができる。つまり、色再現範囲の広いカラー画像を形成するにも拘わらず、効率的な照明によって高輝度のカラー画像を表示することができる。

【0008】

また、上記装置の具体的態様では、空間光変調手段が、第1及び第2照明光に

対応する第1空間光変調装置と、第3照明光に対応する第2空間光変調装置と、第4照明光に対応する第3空間光変調装置とを備え、制御装置が、第3及び第4照明光を第2及び第3空間光変調装置にそれぞれ入射させることと並行して、第1及び第2照明光を第1空間光変調装置の同一照明領域に時系列的に入射させる。ここで、「空間光変調装置」とは、例えば液晶ライトバルブに代表される光デバイスであり、デジタルミラーデバイス等を含む概念である。この場合、3つの空間光変調装置によって4元系のカラー表示が可能になるだけでなく、第1又は第2固体光源と、第3固体光源と、第4固体光源とを並行して効率的に動作させることによって高輝度の画像を形成することができる。

【0009】

また、上記装置の別の具体的態様では、第1及び第2照明光は、互いにピーク波長が近似するとともに、第3及び第4照明光は、第1及び第2照明光のピーク波長から離れたピーク波長をそれぞれ有する。この場合、近似する2色のみに関して1フレームを分割してサブフレームを形成することになり、第1空間光変調装置やその前後の光学系を第1及び第2照明光に適合させたものとすることができる。さらに、第2及び第3空間光変調装置をそれぞれ第3及び第4照明光ごとに個別に動作させるので、これらの2色に関する信号処理等は旧来のものをそのまま活用することができる。

【0010】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、第1及び第2照明光が入射した場合に、この第1及び第2照明光を合波して空間光変調手段に入射させる合波手段と、第1及び第2照明光のうち一方の照明光を所定方向の直線偏光に変換して合波手段に入射させる偏光変換手段とをさらに備える。この場合、偏光変換手段が一方の照明光を所定方向の直線偏光に変換して合波手段に入射させるので、合波手段の合波特性が第2照明光等の波長において偏波依存性を有している場合であっても、その特性に応じた偏光光を合波手段に入射させることができる。よって、第1及び第2照明光を効率よく合波することができ、合波によって最終的に得られる照明光の輝度向上を図ることができる。ここで、「偏波依存性」とは、合波手段による合波効率等の特性が入射光の偏光状態によって異なることを意味

する。

【0011】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、合波手段が、光の透過及び反射を利用する光合分岐素子であり、一方の照明光のピーク波長は、所定方向の直線偏光に関する光合分岐素子の第1エッジ波長と、所定方向に対して直交方向の直線偏光に関する光合分岐素子の第2エッジ波長との間の較差発生領域に設定されている。この場合、光合分岐素子の透過反射特性においてS偏光及びP偏光に対するエッジ波長の差が大きく無視できない程度の較差発生領域が存在していても、これを補償した合波により輝度向上を図ることができる。

【0012】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、空間光変調手段が、第1乃至第4照明光が全て入射する単一の空間光変調装置を備え、制御装置が、第1乃至第4照明光を単一の空間光変調装置の同一照明領域に時分割で入射させる。この場合、単一の空間光変調装置によって4元系の明るいカラー表示が可能になる。

【0013】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、1フレーム中における第1及び第2照明光による総和の照明時間が、第3及び第4照明光による各照明時間と等しく、第1及び第2照明光の強度が、第3及び第4照明光の強度よりも相対的に大きい。この場合、第1及び第2照明光による照明を1フレーム中で時系列的に行うサブフレーム化による照明時間の減少を、第1及び第2照明光の強度増加によって補うことができる。

【0014】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、制御装置が、第1及び第2照明光を、画像の色調若しくは白色レベルに対応する所定の強度比で空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させる。なお、第1及び第2照明光による照明時間の比率は例えば1：1に設定される。この場合、画像の色調や白色レベルに対応する適切な表示が可能になる。

【0015】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、制御装置が、第1及び第2照明

光を、フレーム時間を 2 分割した照明時間で、かつ、第 3 及び第 4 照明光の強度の 2 倍の強度で、空間光変調手段にそれぞれ入射させる。この場合、バランス良く明るい 4 元系のカラー表示が可能になる。

【0016】

また、上記装置のさらに別の具体的態様では、制御装置が、第 1 及び第 2 照明光を、画像の色調若しくは白色レベルに対応する所定の時間比で空間光変調手段の同一照明領域に時系列的に入射させる。なお、第 1 及び第 2 照明光による照明強度の比率は例えば 1 : 1 に設定される。この場合、画像の色調や白色レベルに対応する適切な表示が可能になる。

【0017】

また、本発明のプロジェクタは、上記表示装置を含み、さらに、空間光変調手段の像を投射する投影光学系を備えるものである。かかるプロジェクタでは、色再現範囲の広いカラー画像を投射するにも拘わらず、効率的な照明によって投射されたカラー画像を高輝度とすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

〔第 1 実施形態〕

図 1 は、第 1 実施形態に係る投射装置の構造を概念的に説明するブロック図である。この投射装置、すなわちプロジェクタ 10 は、照明装置 20 と、光変調装置 30 と、投射レンズ 40 と、制御装置 50 とを備える。ここで、照明装置 20 は、G 光照明装置 21 と、B 光照明装置 23 と、R 光照明装置 25 と、光源駆動装置 27 とを有する。また、光変調装置 30 は、空間光変調装置である 3 つの液晶ライトバルブ 31, 33, 35 と、光合成部材であるクロスダイクロイックプリズム 37 と、各液晶ライトバルブ 31, 33, 35 に駆動信号を出力する素子駆動装置 38 とを有する。

【0019】

照明装置 20 において、G 光照明装置 21 は、中心波長が比較的近い一対の照明光を発生する第 1 及び第 2 光源 21a, 21b と、これら光源 21a, 21b からの照明光を集光する凹面反射鏡 21d と、両光源 21a, 21b からの照明

光を合波する光合分岐素子であるダイクロイックミラーDMとを備える。ここにおいて、光源21a、21b及び凹面反射鏡21dは、光源装置を構成する。

【0020】

第1及び第2光源21a、21bは、ともに固体光源とも呼ばれるLEDであり、3原色のうち緑(G)の範疇に含まれるが中心波長の異なる一対のG1光及びG2光をそれぞれ発生する。第1光源21aからの第1照明光IG1は、凹面反射鏡21dによって無駄なく回収されてダイクロイックミラーDMに入射し、このダイクロイックミラーDMで反射されてロッドレンズ21fに入射する。一方、第2光源21bからの第2照明光IG2も、凹面反射鏡21dによって無駄なく回収されてダイクロイックミラーDMに入射する。ダイクロイックミラーDMに入射した第2照明光IG2は、これを透過し、第1照明光IG1と合波された状態でロッドレンズ21fに入射する。ロッドレンズ21fに入射した第1及び第2照明光IG1、IG2は、ロッドレンズ21fで均一化されて、光変調装置30を構成するG光用の液晶ライトバルブ31に入射する。なお、ロッドレンズ21fは、ロッドインテグレータとも呼ばれ、側面を反射面とした円柱又は角柱であり、これに入射した各種入射角度の光束を波面分割と重畳とによって均一化して出力する。

【0021】

B光照明装置23は、第3光源23aと、凹面反射鏡23dと、ロッドレンズ23fとを備える。ここにおいて、光源23a及び凹面反射鏡23dは、光源装置を構成する。第3光源23aは、3原色のうち青(B)の範疇に含まれるB光を発生するLEDである。第3光源23aからの第3照明光IBは、凹面反射鏡23dによって無駄なく回収されてロッドレンズ23fに入射する。ロッドレンズ23fに入射した第3照明光IBは、ロッドレンズ23fで均一化されて光変調装置30のうちB光用の液晶ライトバルブ33に入射する。

【0022】

R光照明装置25は、第4光源25aと、凹面反射鏡25dと、ロッドレンズ25fとを備える。ここにおいて、光源25a及び凹面反射鏡25dは、光源装置を構成する。第4光源25aは、3原色のうち赤(R)の範疇に含まれるR光

を発生するLEDである。第4光源25aからの第4照明光IRは、凹面反射鏡25dによって無駄なく回収されてロッドレンズ25fに入射する。ロッドレンズ25fに入射した第4照明光IRは、ロッドレンズ25fで均一化されて光変調装置30のうちR光用の液晶ライトバルブ35に入射する。

【0023】

各液晶ライトバルブ31, 33, 35にそれぞれ入射した各照明装置21, 23, 25からの光は、これら液晶ライトバルブ31, 33, 35によってそれぞれ2次元的に変調される。各液晶ライトバルブ31, 33, 35を通過した各色の光は、光合成部材であるクロスダイクロイックプリズム37で合成されて、その一側面から射出する。クロスダイクロイックプリズム37から射出した合成光の像は、投射レンズ40に入射してプロジェクタ10外部に設けたスクリーン（不図示）に適当な拡大率で投影される。つまり、プロジェクタ10によって、各液晶ライトバルブ31, 33, 35に形成された各色G1, G2, B, Rの画像を合成した画像が、動画又は静止画としてスクリーン上に投射される。なお、図示を省略しているが、各液晶ライトバルブ31, 33, 35の周辺の適所には、これらの液晶ライトバルブ31, 33, 35を偏光光で照明し読み出すため、偏光板が配置されている。

【0024】

制御装置50は、光源駆動装置27に制御信号を出力して、各照明装置21, 23, 25に設けた各光源21a, 21b, 23a, 25aの発光タイミング及び発光強度を調節する。具体的に説明すると、第1光源21aは、1フレームの表示期間を2分割した前半のサブフレームで点灯し、第2光源21bは、後半のサブフレームで点灯する。また、第3及び第4光源23a, 25aは、1フレームの表示期間に亘ってそれぞれ並行して点灯する。この際、第1及び第2光源21a, 21bの発光強度は、第3及び第4光源23a, 25aの例えば2倍とすることができる。

【0025】

また、制御装置50は、素子駆動装置38に制御信号を出力して、各液晶ライトバルブ31, 33, 35に投射画像の輝度に対応する2次元的な偏光特性分布

を形成する。具体的に説明すると、第1液晶ライトバルブ31は、1フレームの表示期間を2分割した前半のサブフレームで色G1の投射画像の輝度に対応する表示状態をとり、後半のサブフレームで色G2の投射画像の輝度に対応する表示状態をとる。また、第2及び第3液晶ライトバルブ33、35は、1フレームの表示期間に亘ってそれぞれ色B及び色Rの投射画像の輝度に対応する表示状態をとる。

【0026】

図2は、第1実施形態のプロジェクタ10の動作を説明するタイミングチャートである。図2(a)は色G1の輝度信号の書き込みを示し、図2(b)は色G1の照明光の照射を示し、図2(c)は色G2の輝度信号の書き込みを示し、図2(d)は色G2の照明光の照射を示す。また、図2(e)は色Bの輝度信号の書き込みを示し、図2(f)は色Bの照明光の照射を示し、図2(g)は色Rの輝度信号の書き込みを示し、図2(h)は色Rの照明光の照射を示す。

【0027】

図2(a)からも明らかなように、前半サブフレームの最初に色G1に対応する第1液晶ライトバルブ31の書き込みが行われ、その直後から色G1に対応する第1光源21aが点灯して、第1照明光IG1による第1液晶ライトバルブ31の照明が行われる(図2(b)参照)。また、図2(c)からも明らかなように、後半サブフレームの最初に色G2に対応する第1液晶ライトバルブ31の書き込みが行われ、その直後から色G2に対応する第2光源21bが点灯して、第2照明光IG2による第1液晶ライトバルブ31の照明が行われる(図2(d)参照)。以上の動作と並行して、フレーム期間の最初に色Bに対応する第2液晶ライトバルブ33の書き込みが行われ(図2(e)参照)、その直後から色Bに対応する第3光源23aが点灯して、第3照明光IBによる第2液晶ライトバルブ33の照明が行われる(図2(f)参照)。同様にして、フレーム期間の最初に色Rに対応する第3液晶ライトバルブ35の書き込みが行われ(図2(g)参照)、その直後から色Rに対応する第4光源25aが点灯して、第4照明光IRによる第3液晶ライトバルブ35の照明が行われる(図2(h)参照)。

【0028】

以上の動作において、第1及び第2光源21a, 21bの駆動電流は、例えば定格電流の2倍程度としてあり、第1及び第2光源21a, 21bの発光輝度は、通常の2倍程度となっている。これにより、1フレームの半分の時間しかないサブフレーム期間で第1及び第2光源21a, 21bを点灯しても、第3及び第4光源23a, 25aと同等程度の輝度を確保することができる。また、第1及び第2光源21a, 21bの発光輝度自体を、駆動電流の調節によって第3光源23a等の発光輝度の2倍とすることもできる。

【0029】

一方、第1及び第2光源21a, 21bの発光輝度や、第3及び第4光源23a, 25aの発光輝度は、互いに等しくする必要は必ずしもない。例えば、白色レベルが光学系やスクリーン等の影響を受ける場合、このような影響を相殺するように、第1及び第2光源21a, 21b相互の発光強度比や、これらの第3光源23a等に対する強度比を適宜変更又は調節することができる。また、投射すべき画像の色調に一定の傾向がある場合や特定の色を強く表現したい場合、第1及び第2光源21a, 21b相互の発光強度比や、第3光源23a等に対する強度比を適宜変更することができる。この場合、特定色のコントラストを高めることができ、多様なカラー画像を提供することができる。

【0030】

また、以上の例では、1フレーム期間を2等分してサブフレームを形成しているが、1フレームを適当な時間比で一对のサブフレームに分割することもできる。この場合、必要ならば第1及び第2光源21a, 21bの発光輝度をサブフレームの時間の逆数に比例するものとすることができる。例えば第1光源21aに対応する色G1のサブフレーム時間と、第2光源21bに対応する色G2のサブフレーム時間との比をA:Bとすると、第1光源21aの発光輝度若しくは駆動電流と、第2光源21bの発光輝度若しくは駆動電流との比を、例えば $(1/A) : (1/B)$ とすることができる。

【0031】

以上の説明から明らかなように、本実施形態のプロジェクタ10によれば、プロジェクタの装置構造をあまり複雑化することなく、G1, G2, B, Rによる

高輝度でバランス良い4原色表現が可能になるので、色再現範囲を簡易に拡大することができる。なお、以上の説明において、第1及び第2照明光G1, G2の双方を便宜上緑(G)の範疇(約490~580nm)に含まれるものとして説明しているが、第1及び第2照明光G1, G2のいずれか一方は、緑(G)の範疇からはずれて赤(R)や青(B)の範疇に含まれるものであってもよい。

【0032】

〔第2実施形態〕

以下、第2実施形態に係るプロジェクタについて説明する。このプロジェクタの構造は、図1に示す第1実施形態のものとほぼ同様であるが、ダイクロイックミラーDMと第2光源21bとの間に以下に詳述する偏光変換手段すなわち偏光変換部が配置されている点で、第1実施形態と異なる。第1光源21aの中心波長と第2光源21bの中心波長とが近接する場合には、ダイクロイックミラーDMと第2光源21bとの間に偏光変換部を設ければ、より効率的に合波できるからである。

【0033】

図3は、偏光変換部PCの構造を説明する図である。この偏光変換部PCは、均一化のためのロッドレンズ161と、偏光状態を変更するための1/4波長板162と、偏光成分を抽出するための反射型偏光板163とを備える。第2光源21bから周囲に射出した第2照明光IG2は、直接或いは凹面反射鏡21dを介してロッドレンズ161にその一端P1側から入射する。ロッドレンズ161に入射した第2照明光IG2は、他端P2から射出して1/4波長板162及び反射型偏光板163を順次通過する。この1/4波長板162を通過することによって、第2照明光IG2のうち直線偏光成分は円偏光に変換される。また、反射型偏光板163を通過することにより、第2照明光IG2のうちP偏光のみが選択的に通過する。なお、反射型偏光板163で反射された第2照明光IG2は、主にS偏光のみとなっているが、1/4波長板162を通過することによって円偏光に変換されて他端P2からロッドレンズ161に戻される。ロッドレンズ161に戻された第2照明光IG2は、凹面反射鏡21dに達した後逆行してロッドレンズ161に戻され、再度1/4波長板162及び反射型偏光板163に

入射する。このような再入射光は、1/4波長板162によって円偏光からP偏光に変換されて効率よく反射型偏光板163を通過する。以上の説明から明らかなように、反射型偏光板163からダイクロイックミラーDMに入射する第2照明光IG2は、第2光源21bからの光を効率よくP偏光にのみ変換したものとなっている。

ここで、ダイクロイックミラーDMは、以下に詳述するように、第1照明光IG1を偏光方向に拘わらずほぼ100%反射するが、第2照明光IG2については、S偏光だけを反射してP偏光を透過させる。よって、図3に示すように第2照明光IG2をP偏光に変換することで、両光源21a, 21bからの両照明光IG1, IG2を極めて低損失で合波することができる。また、両光源21a, 21bがともに光軸上に配置されるので、両光源21a, 21bからの照明光の特性をそろえて図1に示す液晶ライトバルブ31に入射させることができ、液晶ライトバルブ31による照明光の利用効率を高めることができる。

【0034】

以上の説明において偏光変換部PCに組み込まれる反射型偏光板163は、グリッド型偏光子とも呼ばれ、光透過性の基板の上にA1等のストライプを数百nm程度のピッチで周期的に形成したものであり、入射光のうち所定方向の偏光光のみを選択的に透過させるとともに残りを反射させることができ、吸収によるロスがほとんどない。

【0035】

図4は、図3に示すダイクロイックミラーDMの特性を説明するグラフである。グラフにおいて、横軸は波長を示し縦軸は透過率を示す。このダイクロイックミラーDMは、ハイパスフィルタであるが、その主面が光軸に対して45°傾いているため、透過率が偏波依存性を有する。つまり、P偏光の透過端に相当する第1エッジ波長 $\lambda E1$ は約490nmであり、S偏光の透過端に相当する第2エッジ波長 $\lambda E2$ は例えば530nmである。このグラフには、第1及び第2光源21a, 21bからの第1及び第2照明光IG1, IG2の輝度分布が任意単位（縦軸）で重ねて表示されている。グラフからも明らかなように、照明光IG1の中心波長 $\lambda G1$ は、第1エッジ波長 $\lambda E1$ よりも短波長側に設定されている。

また、照明光 I G 2 の中心波長 $\lambda G 2$ は、第 1 エッジ波長 $\lambda E 1$ と第 2 エッジ波長 $\lambda E 2$ との間、すなわち P 偏光及び S 偏光間で透過率が異なる較差発生領域に設定されている。これにより、第 1 光源 2 1 a からの第 1 照明光 I G 1 は、ダイクロイックミラー DM でほぼ 100% 反射される。一方、第 2 光源 2 1 b からの第 2 照明光 I G 2 は、偏光変換部 P C を経て高効率で P 偏光に変換されるので、ダイクロイックミラー DM を高い割合で透過する。つまり、一对の近接する照明光 I G 1, I G 2 を効率良く合波することができ、G 光用の液晶ライトバルブ 3 1 を高輝度で順次照明することができる。

【0036】

なお、第 1 光源 2 1 a からの第 1 照明光 I G 1 がダイクロイックミラー DM を透過するとともに、第 2 光源 2 1 b からの第 2 照明光 I G 2 がダイクロイックミラー DM で反射されるといった構成によって、第 1 及び第 2 照明光の合波を行うこともできる。この場合、第 2 照明光 I G 2 の中心波長 $\lambda G 2$ は、一对のエッジ波長 $\lambda E 1$, $\lambda E 2$ の間に設定されたままとするが、第 1 照明光の中心波長は、第 2 エッジ波長 $\lambda E 2$ よりも長波長側に設定される。これにより、第 1 光源 2 1 a からの第 1 照明光は、ダイクロイックミラー DM を高い割合で透過する。一方、第 2 光源 2 1 b からの第 2 照明光 I G 2 は、配置方向を変えた偏光変換部 P C を経て P 偏光ではなく S 偏光に変換され、ダイクロイックミラー DM でほぼ 100% 反射される。この結果、両光源 2 1 a, 2 1 b からの両照明光を極めて低損失で合波することができる。

【0037】

〔第 3 実施形態〕

以下、第 3 実施形態に係るプロジェクタについて説明する。このプロジェクタも図 1 に示す第 1 実施形態とほぼ同様の構造を有するが、G 光照明用にダイクロイックミラーに代えてロッドレンズを用いて第 1 及び第 2 照明光 I G 1, I G 2 を合波している。

【0038】

図 5 は、本実施形態における G 光照明装置 2 2 1 の構造を説明する図である。第 1 光源 2 1 a からの第 1 照明光 I G 1 は、凹面反射鏡 2 1 d によって無駄なく

回収されてロッドレンズ 221f の一端に入射し、このロッドレンズ 221f で反射されつつ進行して液晶ライトバルブ 31 に入射する。また、第 2 光源 21b からの第 2 照明光 IG2 も、凹面反射鏡 21d によって無駄なく回収されてロッドレンズ 221f の一端に入射し、このロッドレンズ 221f で反射されつつ進行して液晶ライトバルブ 31 に入射する。この場合も、両光源 21a, 21b からの両照明光を極めて低損失で合波することができ、G 光用の液晶ライトバルブ 31 を高輝度で順次照明することができる。

【0039】

〔第 4 実施形態〕

図 6 は、第 4 実施形態のプロジェクト 310 の構造を概念的に説明するブロック図である。このプロジェクト 310 は、照明装置 320 と、光変調装置 330 と、投射レンズ（不図示）と、制御装置 350 とを備える。

【0040】

照明装置 320 は、第 1 から第 4 光源 21a, 21b, 23a, 25a と、これらの光源からの光を重畳して照明するフライアイ光学系 328a, 328b, 328d と、光源 21a ~ 25a の発光強度や発光タイミングを調節する光源駆動装置 327 とを有する。各光源 21a, 21b, 23a, 25a は、それぞれ G1 光に対応する第 1 照明光 IG1 と、G2 光に対応する第 2 照明光 IG2 と、B 光に対応する第 3 照明光 IB と、R 光に対応する第 4 照明光 IR とを射出する。各光源 21a ~ 25a からの照明光 IG1, IG2, IB, IR は、それぞれ直接或いは凹面反射鏡 21d, 21d, 23d, 25d を介してフライアイレンズ 328a, 328b に入射し、それぞれ所定の角度で発散しつつ重畳レンズ 328d に入射する。重畳レンズ 328d で集光された各照明光 IG1, IG2, IB, IR は、光変調装置 330 に重畳して入射する。

【0041】

光変調装置 330 は、空間光変調装置である単一の液晶ライトバルブ 331 と、液晶ライトバルブ 331 に駆動信号を出力する素子駆動装置 338 とを有する。

【0042】

制御装置 350 は、光源駆動装置 327 に制御信号を出力して、照明装置 320 に設けた各光源 21a, 21b, 23a, 25a の発光タイミング及び発光強度を調節する。具体的に説明すると、第 1 光源 21a は、1 フレームの表示期間を 3 分割した G フレーム部分をさらに 2 分割した前半のサブフレームで点灯し、第 2 光源 21b は、後半のサブフレームで点灯する。また、第 3 及び第 4 光源 23a, 25a は、1 フレームの表示期間を 3 分割した B フレーム部分及び R フレーム部分に亘って順次点灯する。

【0043】

また、制御装置 50 は、素子駆動装置 338 に制御信号を出力して、液晶ライトバルブ 331 に各色の投射画像の輝度に対応する 2 次元的な偏光特性分布を形成する。具体的に説明すると、液晶ライトバルブ 331 は、G フレーム部分の表示期間を 2 分割した前半のサブフレームで色 G1 の投射画像の輝度に対応する表示状態をとり、後半のサブフレームで色 G2 の投射画像の輝度に対応する表示状態をとる。また、液晶ライトバルブ 331 は、B フレーム部分及び R フレーム部分の表示期間に亘ってそれぞれ色 B 及び色 R の画像に対応する表示状態をとる。

【0044】

図 7 は、第 4 実施形態のプロジェクタ 10 の動作を説明するタイミングチャートである。図 7 (a) は色 G1 の輝度信号の書き込みを示し、図 7 (b) は色 G1 の照明光の照射を示し、図 7 (c) は色 G2 の輝度信号の書き込みを示し、図 7 (d) は色 G2 の照明光の照射を示す。また、図 7 (e) は色 B の輝度信号の書き込みを示し、図 7 (f) は色 B の照明光の照射を示し、図 7 (g) は色 R の輝度信号の書き込みを示し、図 7 (h) は色 R の照明光の照射を示す。

【0045】

図 7 (a) から明らかなように、最初の G フレーム部分のうちの前半サブフレームの最初に色 G1 について液晶ライトバルブ 331 の書き込みが行われ、その直後から第 1 照明光 I G1 による液晶ライトバルブ 331 の照明が行われる (図 7 (b) 参照)。また、図 7 (c) に示すように、G フレーム部分のうちの後半サブフレームの最初に色 G2 について液晶ライトバルブ 331 の書き込みが行われ、その直後から第 2 照明光 I G2 による液晶ライトバルブ 331 の照明が行

われる (図 7 (d) 参照)。

なお、最後の B フレーム部分では、最初に色 B に対応する液晶ライトバルブ 331 の書き込みが行われ (図 7 (e) 参照)、その直後から第 3 照明光 I B による液晶ライトバルブ 331 の照明が行われる (図 7 (f) 参照)。同様にして、中間の R フレーム部分では、最初に色 R に対応する液晶ライトバルブ 331 の書き込みが行われ (図 7 (g) 参照)、その直後から第 4 照明光 I R による液晶ライトバルブ 331 の照明が行われる (図 7 (h) 参照)。

【0046】

以上の動作において、第 1 及び第 2 光源 21a, 21b の駆動電流は、例えば定格電流の 2 倍程度としてあり、第 1 及び第 2 光源 21a, 21b の発光輝度は、通常の 2 倍程度となっている。ただし、第 1 及び第 2 光源 21a, 21b 相互の発光強度比や、第 3 光源 23a 等に対する強度比は、用途等に応じて適宜変更・調節することができる。

【0047】

〔第 5 実施形態〕

第 5 実施形態のプロジェクタは、第 1 実施形態のプロジェクタを変形したものであり、液晶ライトバルブの代わりにデジタルミラーデバイス (DMD) を用いている。

【0048】

図 8 は、第 5 実施形態のプロジェクタ 410 の構造を概念的に説明するブロック図である。このプロジェクタ 410 は、照明装置 420 と、光変調装置でありテイルトミラーデバイスとも呼ばれるデジタルミラーデバイス 430 と、投射レンズ 40、制御装置 450 とを備える。ここで、照明装置 420 は、G 光用光源装置 421 と、B 光用光源装置 423 と、R 光用光源装置 425 と、光源駆動装置 427 と、クロスダイクロイックプリズム 428a と、ロッドレンズ 428b とを有する。

【0049】

照明装置 420 において、G 光用光源装置 421 は、一对の第 1 及び第 2 光源 21a, 21b と、これら光源 21a, 21b からの照明光を集光する凹面反射

鏡 21d と、両光源 21a, 21b からの照明光を合波する合波手段であるダイクロイックミラー DM とを備える。第 1 光源 21a からの第 1 照明光 IG1 は、凹面反射鏡 21d によって無駄なく回収されてダイクロイックミラー DM に入射し、このダイクロイックミラー DM で反射されてクロスダイクロイックプリズム 428a に入射する。一方、第 2 光源 21b からの第 2 照明光 IG2 は、凹面反射鏡 21d によって無駄なく回収されてダイクロイックミラー DM に入射してこれを透過し、第 1 照明光 IG1 と合波された状態でクロスダイクロイックプリズム 428a に入射する。

【0050】

B 光用光源装置 423 は、第 3 光源 23a と、凹面反射鏡 23d とを備える。第 3 光源 23a からの第 3 照明光 IB は、凹面反射鏡 23d によって無駄なく回収されてクロスダイクロイックプリズム 428a に入射する。

【0051】

R 光用光源装置 425 は、第 4 光源 25a と、凹面反射鏡 25d とを備える。第 4 光源 25a からの第 4 照明光 IR は、凹面反射鏡 25d によって無駄なく回収されてクロスダイクロイックプリズム 428a に入射する。

【0052】

クロスダイクロイックプリズム 428a では、各光源装置 421, 423, 425 からの照明光 IG1, IG2, IB, IR が合波され、ロッドレンズ 428b では、照明光 IG1, IG2, IB, IR が均一化される。

【0053】

ロッドレンズ 428b から射出された RGB の合成光は、レンズ 429a 及びミラー 529b を経てデジタルミラーデバイス 430 上に均一に投射される。この際、レンズ 429a の位置及び焦点距離を適宜調節することにより、デジタルミラーデバイス 430 を均一に照明することができる。

【0054】

デジタルミラーデバイス 430 は、公知の構造を有し、2 次元マトリックス状に配列されて画素を構成する多数のマイクロミラーと、これらマイクロミラーの姿勢を個別に調節するアクチュエータと、これらアクチュエータの動作を制御す

る制御回路とを基板上に一体的に形成したものである。このデジタルミラーデバイス 430 に適当な画像信号を入力することにより、各画素に対応するマイクロミラーからの反射光が投射レンズ 40 の瞳に入射したりしなかったりするので、投射レンズ 40 によってデジタルミラーデバイス 430 に入力された画像信号に対応する画像がスクリーン（不図示）上に投射される。

【0055】

図 9 は、第 5 実施形態のプロジェクタ 410 における 1 フレームの動作を説明する図である。図 9 (a) はフレーム期間を示し、図 9 (b) は G 1 階調表現信号を示し、図 9 (c) は G 2 階調表現信号を示し、図 9 (d) は B 階調表現信号を示し、図 9 (e) は R 階調表現信号を示し、図 9 (f) はクロック信号を示す。図 9 (b) の G 1 階調表現信号は、G 1 階調表現期間 G K 1 に対応し、この間だけ図 8 に示す第 1 光源 21 a が点灯する。また、図 9 (c) の G 2 階調表現信号は、G 2 階調表現期間 G K 2 に対応し、この間だけ図 8 に示す第 2 光源 21 b が点灯する。さらに、図 9 (d) の B 階調表現信号は、B 階調表現期間 B K に対応し、この間図 8 の第 3 光源 23 a が点灯する。また、図 9 (e) の R 階調表現信号は、R 階調表現期間 R K に対応し、この間だけ図 8 の第 4 光源 25 a が点灯する。

【0056】

図 10 に示すように、G 1 階調表現期間 G K 1 は、 n ビットの画像強度に対応して n 個の単位時間 ($2^0, 2^1, 2^2, \dots, 2^{(n-1)}$) に分割されている。例えば G 1 光の特定画素の画像信号が最大値であるとき、 n 個の単位時間の全て、つまり G 1 階調表現期間 G K 1 のほぼ全期間でデジタルミラーデバイス 430 のマイクロミラーを ON 状態とする。一方、G 1 光の特定画素の画像信号が最小値であるとき、 n 個の単位時間の全て、つまり G 1 階調表現期間 G K 1 のほぼ全期間で対応するマイクロミラーを OFF 状態とする。これにより、G 1 階調表現期間 G K 1 中、各画素における色 G 1 の強度信号に応じてマイクロミラーを ON・OFF 時間が調節される。同様に、G 2 階調表現期間 G K 2、B 階調表現期間 B K、及び R 階調表現期間 R K も n 個の単位時間に分割され、各画素における強度信号に応じてマイクロミラーの ON・OFF 時間が調節される。

【0057】

この際、階調表現期間GK1, GK2, BK, RKの比率は、各光源21a, 21b, 23a, 25aの定格の輝度や白色レベルの設定に応じて適宜調整される。

【0058】

以上のプロジェクタ410によれば、各光源21a, 21b, 23a, 25aからの照明光IG1, IG2, IB, IRを極めて低損失で合波してデジタルミラーデバイス430に入射させることができるので、投射される画像の輝度を高めることができる。さらに、4原色G1, G2, B, Rを用いたカラー画像の投射が可能になるので、色再現範囲を簡易に拡大することができる。

【0059】

以上実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば第1実施形態のプロジェクタ10では、光変調装置30を透過型の液晶ライトバルブ31, 33, 35で構成しているが、反射型の液晶素子でこれを構成することもできる。また、液晶ライトバルブは、光書き込み型の液晶ライトバルブとすることができる。

【0060】

また、上記実施形態では、色Gを色G1と色G2とに分けて4元系カラー表示を行っているが、他の色R、Bを2分割して4元系以上のカラー表示を行うこともできる。

【0061】

また、上記実施形態では、プロジェクタについて説明したが、投影光学系である投射レンズ40を備えないLCD等の表示装置にも本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態に係るプロジェクタの構造を示す図である。

【図2】 (a)～(h)は、図1の装置の動作を説明する図である。

【図3】 第2実施形態に係るプロジェクタの一部を説明する図である。

【図4】 図3のダイクロイックミラーの透過特性を説明する図である。

【図 5】 第 3 実施形態に係るプロジェクタの一部を説明する図である。

【図 6】 第 4 実施形態に係るプロジェクタの構造を説明する図である。

【図 7】 (a) ~ (h) は、図 6 の装置の動作を説明する図である。

【図 8】 第 5 実施形態に係るプロジェクタの構造を説明する図である。

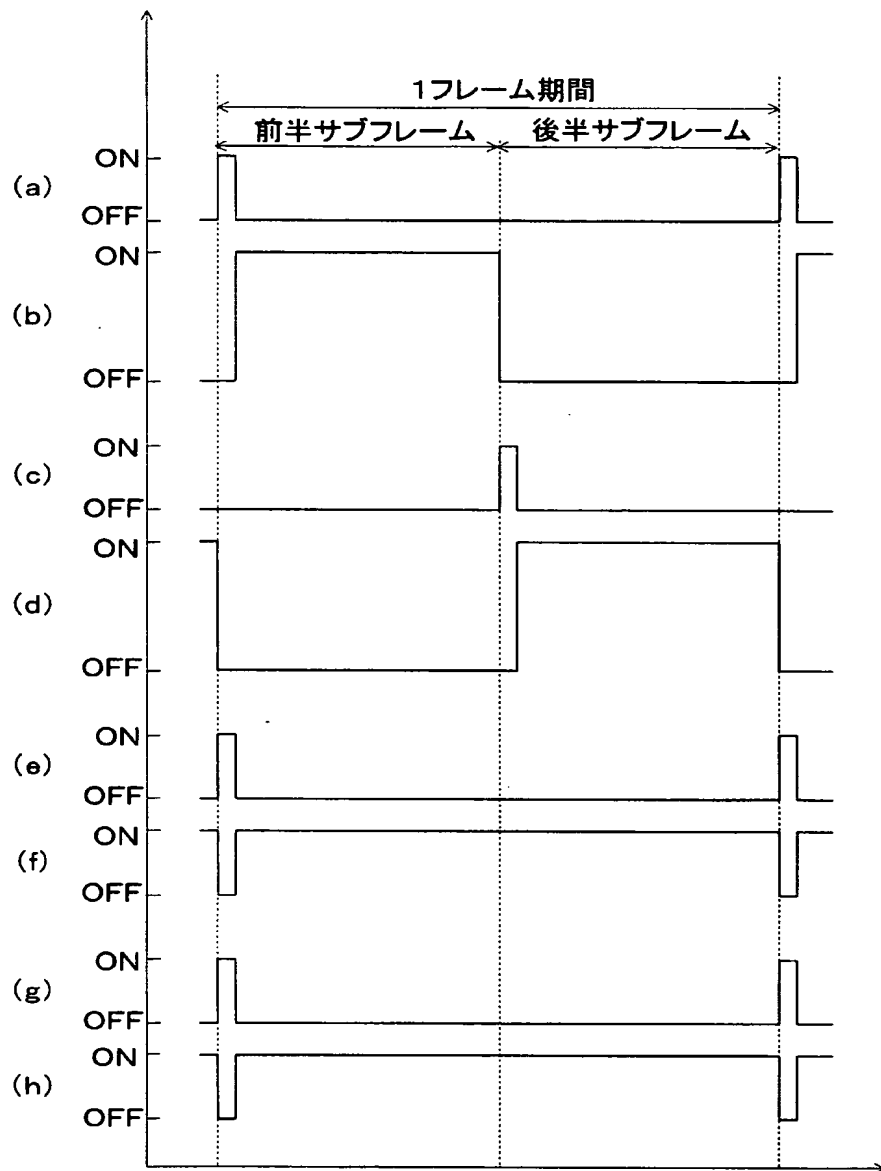
【図 9】 (a) ~ (f) は、図 8 の装置の動作を説明する図である。

【図 10】 階調表現時間を説明する図である。

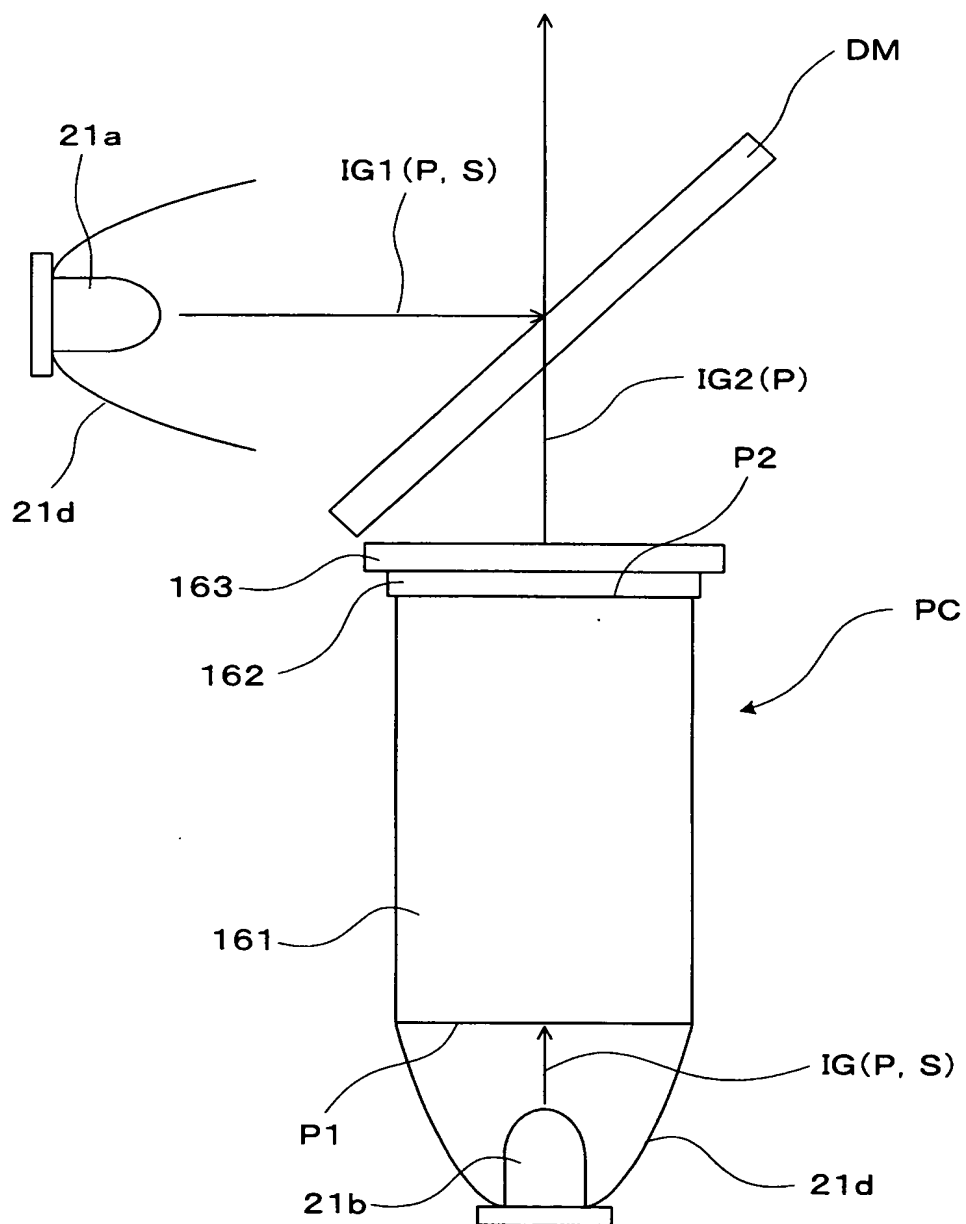
【符号の説明】

10 プロジェクタ、 20 照明装置、 21 G 光照明装置、 21a 第 1 光源、 21b 第 2 光源、 23 B 光照明装置、 23a 第 3 光源、 25 R 光照明装置、 25a 第 4 光源、 27 光源駆動装置、 30 光変調装置、 31 第 1 液晶ライトバルブ、 33 第 2 液晶ライトバルブ、 35 第 3 液晶ライトバルブ、 37 クロスダイクロイックプリズム、 38 素子駆動装置、 40 投射レンズ、 50 制御装置、 DM ダイクロイックミラー、 IG1, IG2, IB, IR 照明光

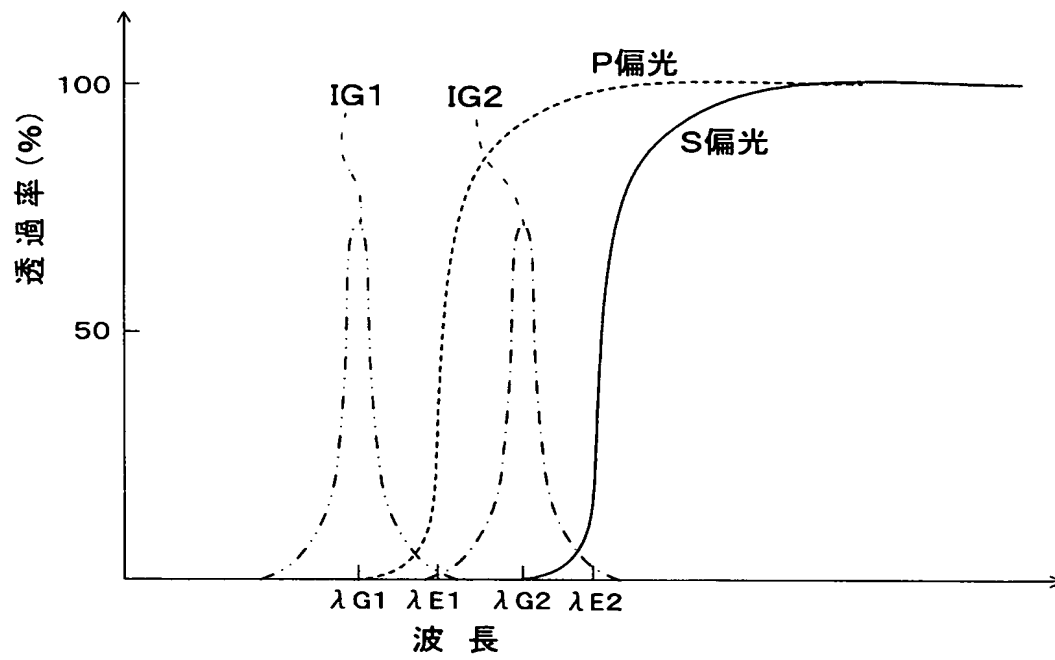
【図 2】



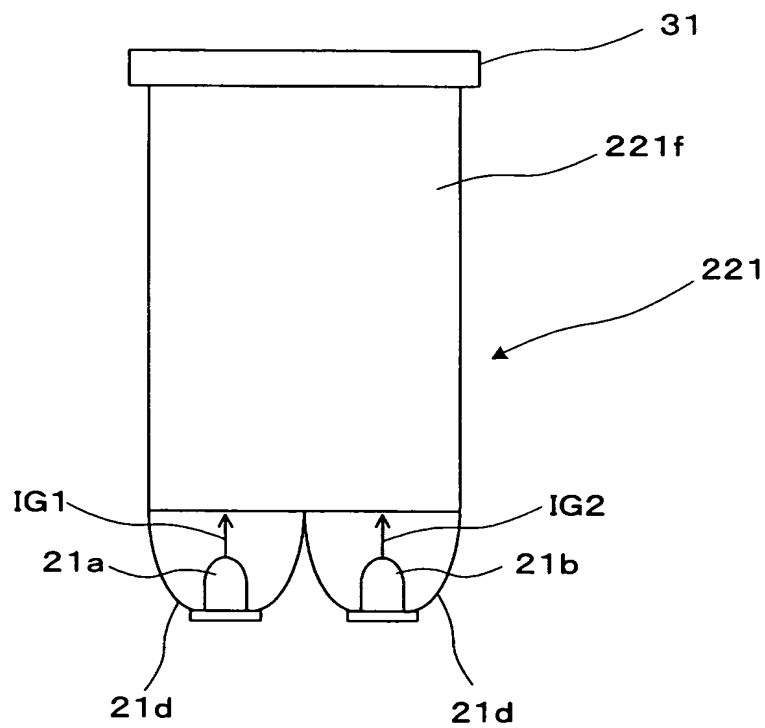
【図 3】



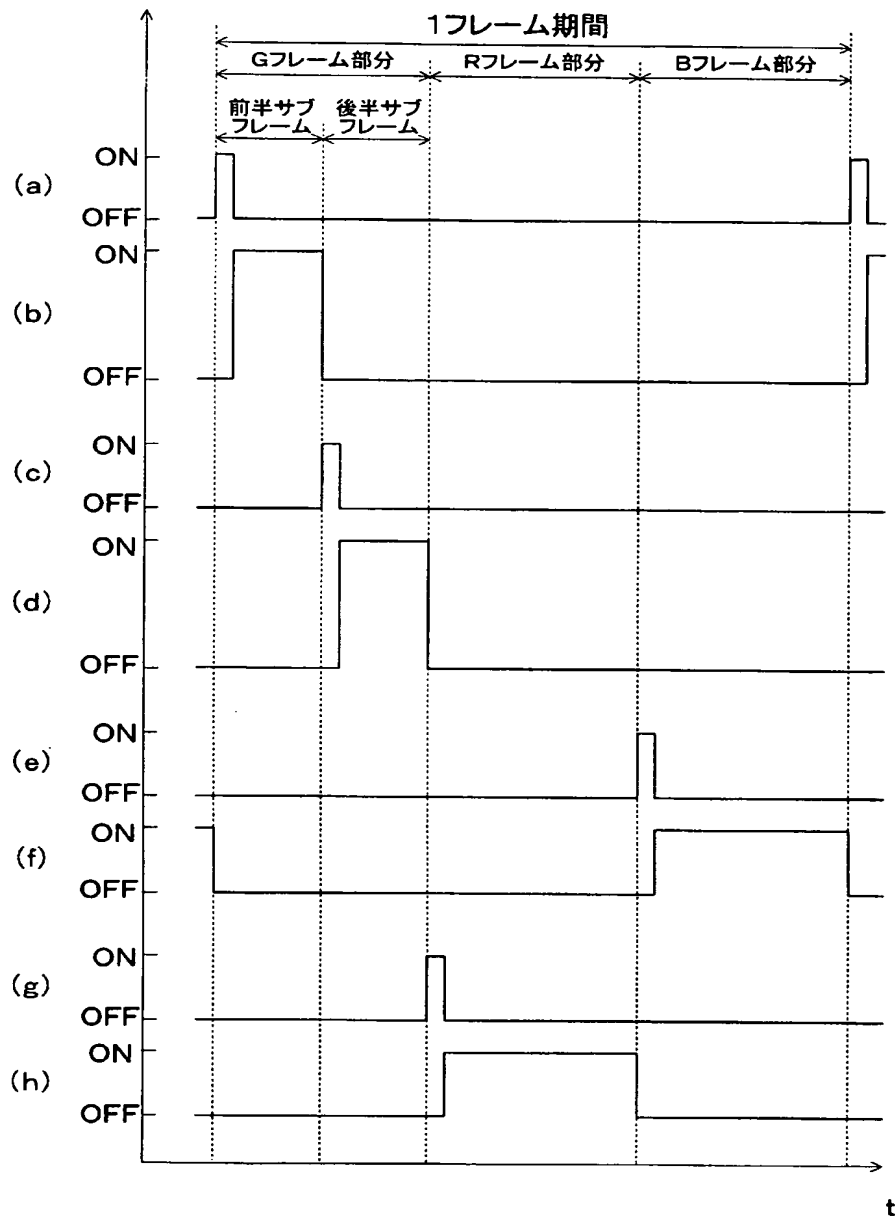
【図 4】



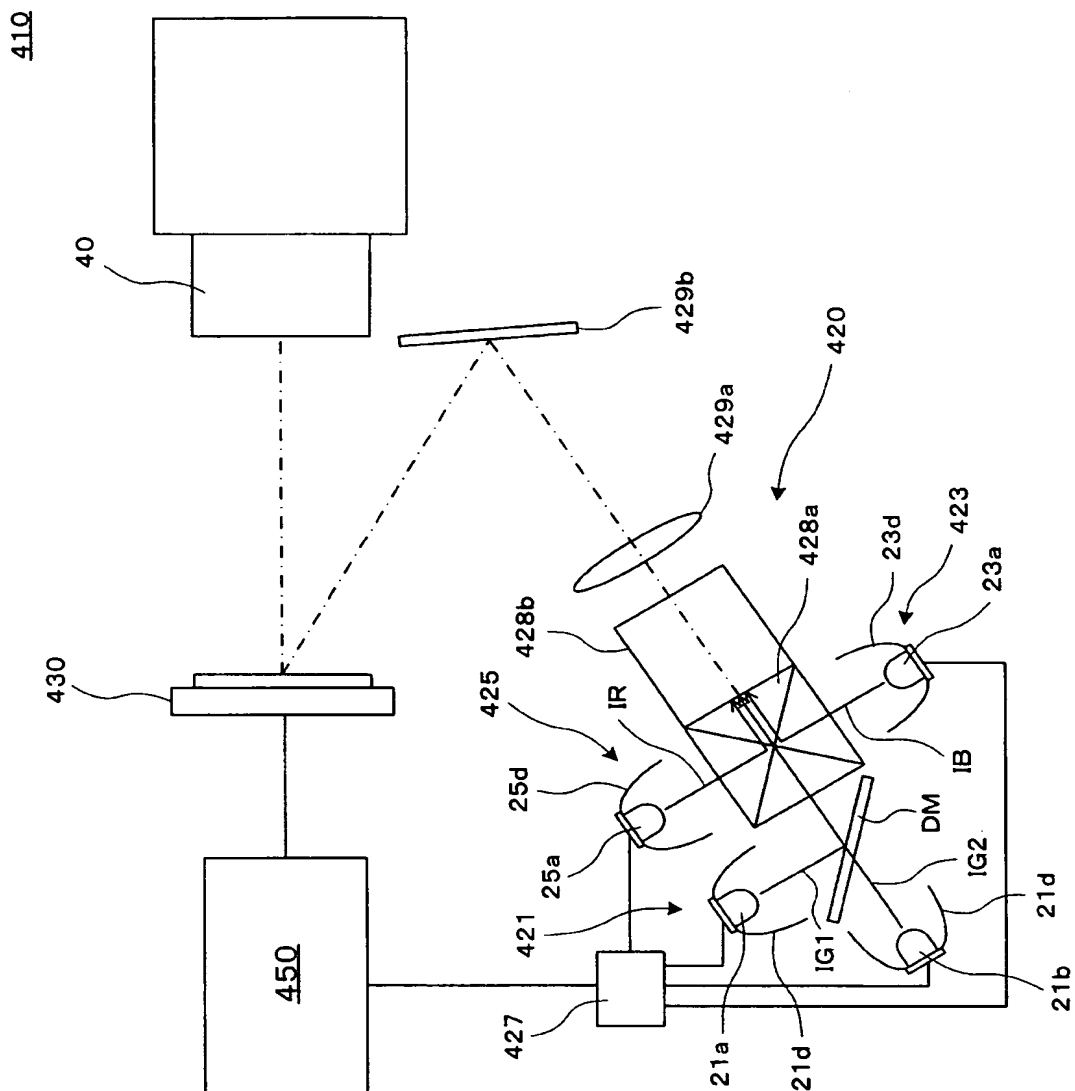
【図 5】



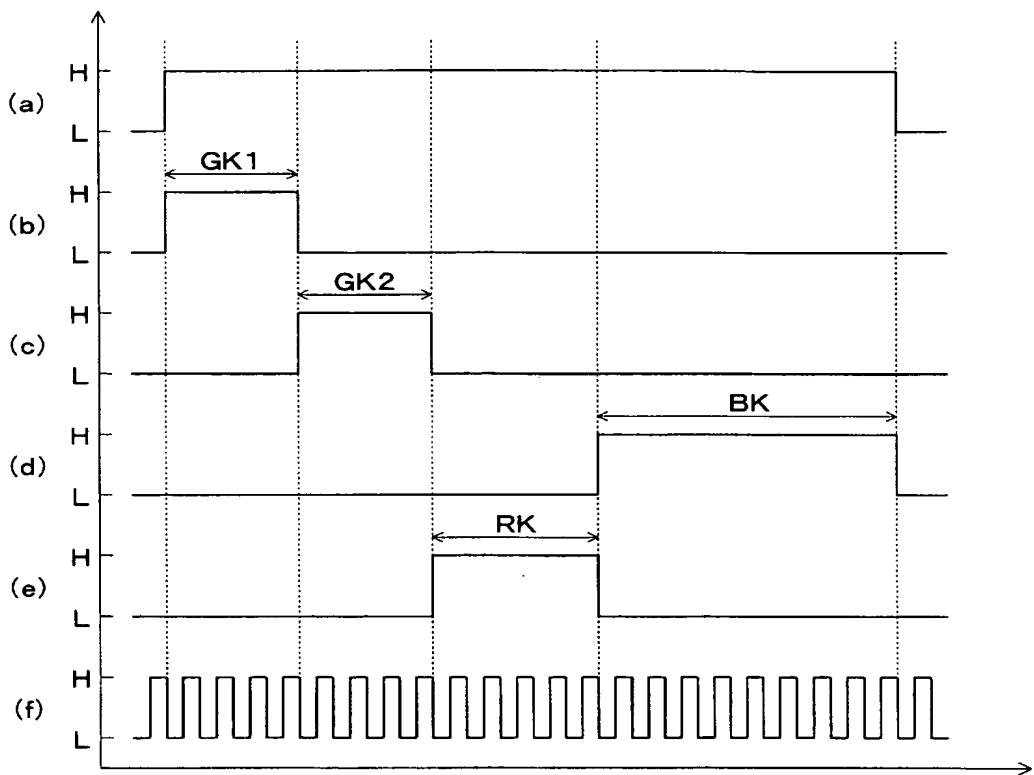
【図 7】



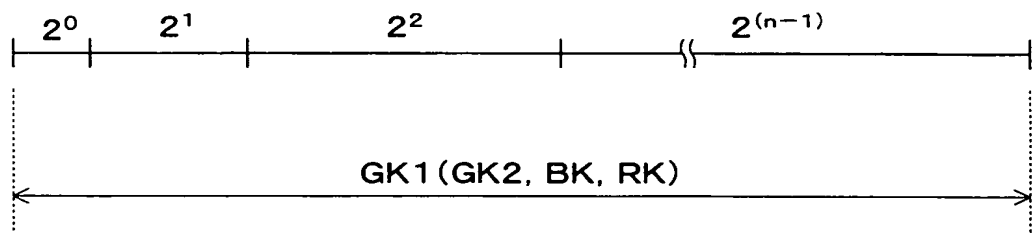
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易な制御で輝度を低下させることなく色再現範囲を拡大すること。

【解決手段】 第 1 光源 2 1 a は、1 フレームの表示期間を 2 分割した前半のサブフレームで点灯し、第 2 光源 2 1 b は、後半のサブフレームで点灯する。また、第 3 及び第 4 光源 2 3 a, 2 5 a は、1 フレームの表示期間に亘って並行して点灯する。この際、第 1 及び第 2 光源 2 1 a, 2 1 b の発光強度は、第 3 及び第 4 光源 2 3 a, 2 5 a の例えば 2 倍とすることができる。一方、第 1 液晶ライトバルブ 3 1 は、1 フレームの表示期間を 2 分割した前半のサブフレームで色 G 1 の投射画像の輝度に対応する表示状態をとり、後半のサブフレームで色 G 2 の投射画像に対応する表示状態をとる。また、第 2 及び第 3 液晶ライトバルブ 3 3, 3 5 は、1 フレームの表示期間に亘ってそれぞれ色 B 及び色 R の画像に対応する表示状態をとる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 3 |
| 受付番号 | 5 0 3 0 0 6 5 5 7 4 4 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0 0 9 0 |
| 作成日 | 平成 1 5 年 4 月 2 2 日 |

< 認定情報・付加情報 >

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 4月21日 |
|-------|-------------|

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 6 9]

| | |
|----------|------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号 |
| 氏 名 | セイコーエプソン株式会社 |